

10/525004

PCT/JP 03/15298

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

28.11.03

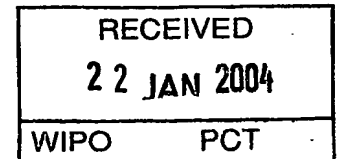
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年12月 2日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-349745  
[ST. 10/C]: [JP 2002-349745]

出 願 人  
Applicant(s): 三菱重工業株式会社

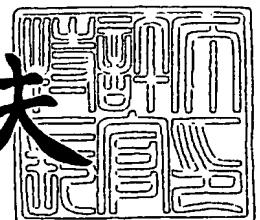


**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 200202018

【提出日】 平成14年12月 2日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F23R 03/42

【発明の名称】 ガスタービン燃焼器、及びこれを備えたガスタービン

【請求項の数】 18

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

【氏名】 池田 和史

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

【氏名】 萬代 重実

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

【氏名】 川田 裕

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

【氏名】 青山 邦明

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

【氏名】 小野 正樹

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社高砂製作所内

**【氏名】** 田中 克則

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000006208

**【氏名又は名称】** 三菱重工業株式会社

**【代理人】**

**【識別番号】** 100085501

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 佐野 静夫

**【手数料の表示】**

**【予納台帳番号】** 024969

**【納付金額】** 21,000円

**【提出物件の目録】**

**【物件名】** 明細書 1

**【物件名】** 図面 1

**【物件名】** 要約書 1

**【包括委任状番号】** 0206607

**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガスタービン燃焼器、及びこれを備えたガスタービン

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内部に燃焼領域を有する筒体よりなるガスタービン燃焼器において、

前記筒体の外側に配設されて所定容積の第 1 の内部空間を形成する第 1 の箱体と、一端が前記燃焼領域又はその下流域に開口するとともに、他端が前記第 1 の内部空間に開口する所定長さの第 1 のスロートと、を備え、前記第 1 のスロートにおける前記一端に多数の貫通孔を有する第 1 の抵抗体が挿嵌されていることを特徴とするガスタービン燃焼器。

【請求項 2】 前記筒体における前記燃焼領域又はその下流域に開口するとともに、前記筒体の周囲を形成する車室内に開口し、前記車室から前記筒体内にバイパス空気を供給する燃焼ガス濃度調整用のバイパスダクトが配設されており、このバイパスダクト内に前記第 1 のスロートにおける前記一端が開口していることを特徴とする請求項 1 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 3】 前記第 1 のスロートにおける前記一端の開口面積が前記他端に対して広いことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 4】 前記第 1 のスロートにおける前記他端側に多数の貫通孔を有する抵抗体が挿嵌されていることを特徴とする請求項 3 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 5】 前記第 1 のスロートにおける前記他端が前記第 1 の内部空間に突出しており、この突出部に多数の貫通孔が形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 6】 前記第 1 の箱体が複数並設されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 7】 前記第 1 のスロートにおける前記各他端側の開口面積又は長さ、若しくは前記各第 1 の内部空間における容積のうち、少なくとも 1 つが前記第 1 の箱体毎に相互に異なることを特徴とする請求項 6 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 8】 前記各第 1 の内部空間の少なくとも 1 つに、多数の貫通孔を有する抵抗体が配設されていることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 9】 前記各第 1 の箱体の少なくとも 1 つに、前記各第 1 の内部空間に突出して前記第 1 のスロートにおける前記他端からの連続通路を形成し多数の貫通孔を有した突出板が配設されていることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 10】 前記第 1 の箱体の外側に少なくとも 1 つ連設されて各々所定容積の第 2 の内部空間を形成する第 2 の箱体と、相互に隣接する前記第 1、第 2 の内部空間にそれぞれ開口する所定長さの第 2 スロートと、を備え、前記各第 2 スロートにおいて前記第 1 の箱体側に位置する一端に多数の貫通孔を有する第 2 の抵抗体が挿嵌されていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれかに記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 11】 前記第 2 のスロートにおける前記一端の開口面積が他端に対して広いことを特徴とする請求項 10 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 12】 前記第 2 のスロートにおける前記他端側に多数の貫通孔を有する抵抗体が挿嵌されていることを特徴とする請求項 11 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 13】 前記第 2 のスロートにおける前記他端が前記第 2 の内部空間に突出しており、この突出部に多数の貫通孔が形成されていることを特徴とする請求項 11 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 14】 前記第 2 の箱体が複数並設されていることを特徴とする請求項 10 から 13 のいずれかに記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 15】 前記第 2 のスロートにおける前記各他端側の開口面積又は長さ、若しくは前記各第 2 の内部空間における容積のうち、少なくとも 1 つが前記第 2 の箱体毎に相互に異なることを特徴とする請求項 14 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 16】 前記各第 2 の内部空間の少なくとも 1 つに、多数の貫通孔を有する抵抗体が配設されていることを特徴とする請求項 14 又は 15 に記載のガ

スタービン燃焼器。

【請求項 17】 前記各第 2 の箱体の少なくとも 1 つに、前記各第 2 の内部空間に突出して前記第 2 のスロートにおける前記他端からの連続通路を形成し多数の貫通孔を有した突出板が配設されていることを特徴とする請求項 14 又は 15 に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項 18】 空気圧縮機と、請求項 1 から 17 のいずれかに記載のガスタービン燃焼器と、タービンと、を備えたガスタービン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ガスタービン燃焼器（以下「燃焼器」と記すことがある）、及びこれを備えたガスタービンに関し、特に、低 $\text{NO}_x$ （窒素酸化物）化を実現すべく燃焼振動を低減するガスタービン燃焼器、及びガスタービンに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来よりガスタービンは、空気圧縮機（以下「圧縮機」と記すことがある）、燃焼器、及びタービンを主な構成要素とし、互いに主軸で直結された圧縮機とタービンの間に燃焼器が配設されてなり、作動流体となる空気が主軸の回転により圧縮機に吸入されて圧縮され、その圧縮空気が燃焼器に導入されて燃料とともに燃焼し、その高温高圧の燃焼ガスがタービンに吐出されてタービンとともに主軸を回転駆動させる。このようなガスタービンは、主軸の前端に発電機等を接続することでその駆動源として活用され、また、タービンの前方に燃焼ガス噴射用の排気口を配設することでジェットエンジンとして活用される。

【0003】

ところで、近年、法規制の根幹の 1 つをなす環境問題に対し、ガスタービンから排出される排気ガス中の特に $\text{NO}_x$ の低減化が強く望まれてきている。そのため、 $\text{NO}_x$ を実際に生成する燃焼器には、特に $\text{NO}_x$ の生成を抑える技術が要求され、これを達成すべく燃焼器に採用される燃焼方式として、燃料と圧縮空気を予め混合させた後に燃焼させるという予混合燃焼方式が主流となっている。この

予混合燃焼方式では、燃料が圧縮空気中に均一かつ希薄の状態分散することから、燃焼火炎温度の局所的な上昇を防止でき、これにより、燃焼火炎温度の上昇に伴って増加する $\text{NO}_x$ の生成量を低減することが可能となるわけである。

#### 【0004】

ここで、予混合燃焼方式の燃焼器を適用した従来より一般的なガスタービンについて、図12を参照しながら説明する。このガスタービン1は、大きくは、圧縮機2、ガスタービン燃焼器3、及びタービン4から構成されている。燃焼器3は、圧縮機2とタービン4の間に形成された空洞を有する車室5に取り付けられており、燃焼領域を有する内筒6、この内筒6の前端に連結された尾筒7、内筒6と同心状に配設された外筒8、内筒6の軸線上に後端から配設されたパイロットノズル9、このパイロットノズル9の周囲に円周方向で等間隔に配設された複数のメインノズル10、尾筒7の側壁に連結され車室5に開口するバイパスダクト11、このバイパスダクト11に配設されたバイパス弁12、このバイパス弁12の開閉度合いを調整するバイパス弁可変機構13より構成される。

#### 【0005】

このような構成のもと、圧縮機2で圧縮された圧縮空気は、車室5内に流入し（図中の白抜き矢印）、内筒6の外周面と外筒8の内周面とで形成される管状空間を経た後ほぼ180度反転して（図中の実線矢印）、内筒6内に後端側から導入される。次いで、パイロットノズル9の前端のパイロットバーナ（不図示）に燃料が噴射されて拡散燃焼するとともに、各メインノズル10の前端のメインバーナ（不図示）に噴射された燃料と混合して予混合燃焼し、高温高圧の燃焼ガスとなる。この燃焼ガスは、尾筒7内を経由してその前端から吐出され、タービン4を駆動させる。なお、バイパスダクト11から尾筒7内へ、車室5内の圧縮空気の一部（以下「バイパス空気」と記すことがある）が供給されるが、これは、燃焼ガス濃度を調整する役割を果たす。

#### 【0006】

##### 【特許文献1】

特開 2001-254634号公報

##### 【特許文献2】

特開 2002-174427号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記の予混合燃焼方式は一見低 $\text{NO}_x$ 化に対して優れるが、火炎が薄く狭い範囲で短時間に燃焼するため、単位空間当たりの燃焼エネルギーが過大となり、燃焼振動が生じ易いという問題がある。この燃焼振動は、燃焼エネルギーの一部が振動エネルギーに変換されて発生するものであって、圧力波として伝播して燃焼器及びガスタービン等のケーシングからなる音響系と共鳴する場合、著しい振動や騒音を引き起こすだけでなく、燃焼器内に圧力変動や発熱変動を誘発させて燃焼状態が不安定になり、結果として低 $\text{NO}_x$ 化を阻害してしまう。

【0008】

このような燃焼振動の問題に対して、従来は、実際にガスタービンを運転させながら、正常な状態で稼動するよう適宜調整しつつ正規の運転条件を随時設定していた。そのため、煩雑な調整作業が不可欠であった。

【0009】

そこで、本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、低 $\text{NO}_x$ 化を安定的に実現すべく、燃焼振動の低減が可能なガスタービン燃焼器、及びガスタービンを提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明によるガスタービン燃焼器は、内部に燃焼領域を有する筒体よりなるガスタービン燃焼器において、前記筒体の外側に配設されて所定容積の第1の内部空間を形成する第1の箱体と、一端が前記燃焼領域又はその下流域に開口するとともに、他端が前記第1の内部空間に開口する所定長さの第1のスロットと、を備え、前記第1のスロットにおける前記一端に多数の貫通孔を有する第1の抵抗体が挿嵌されている。これにより、燃焼領域で生じた燃焼振動の振動要素である流体粒子は、第1の抵抗体に有効に捕捉されるとともに、第1のスロットで連結された第1の内部空間の空気と共鳴して、第1の抵抗体付近で振動し、その振幅が減衰される。こうして燃焼振動が低減される。なお



、第1のスロートの一端が開口する対象は、筒体を構成する内筒や尾筒、或いは筒体の側壁に連結されたバイパスダクトである。

#### 【0011】

ここで、燃焼振動を効果的に低減させるためには、第1の内部空間としてある程度の大きさと、第1のスロットとしてある程度の長さのものが必要とされる。そこで、第1の内部空間を形成するために配設する第1の箱体と、第1のスロットの設置スペースを考慮すると、前記筒体における前記燃焼領域又はその下流域に開口するとともに、前記筒体の周囲を形成する車室内に開口し、前記車室から前記筒体内にバイパス空気を供給する燃焼ガス濃度調整用のバイパスダクトが配設されており、このバイパスダクト内に前記第1のスロットにおける前記一端が開口していることが好ましい。

#### 【0012】

特に低周波数域の燃焼振動への対応については、第1のスロット内の断面積を小さくする必要があるが、そうすると、第1の抵抗体の存在領域が小さくなるため、捕捉できる流体粒子の割合が減り、全体として燃焼振動低減への寄与度が不十分となる。そこで、低周波数域の燃焼振動を全体として十分に低減させる目的で、第1のスロット内の断面積を小さくしつつ、第1の抵抗体の存在領域を拡大させるべく、前記第1のスロットにおける前記一端の開口面積が前記他端に対して広いことが好ましい。例えば、この第1のスロットとしては、内周が徐々に拡大するようなラッパ状のものや、内周が中央付近で急拡大するような段付管状のものが適用される。

#### 【0013】

ここで、第1のスロットにおける一端の開口面積が他端に対して広くなる、すなわち第1のスロット内の容積が大きくなると、第1の抵抗体で隔てられた第1のスロット内の空間と燃焼領域（又はその下流域）の空間とにおける各々の圧力変動に、位相差が生じなくなる場合があり、この場合、第1の抵抗体付近で流体粒子が振動しないため、このままでは低周波数域の燃焼振動を十分に低減させることができなくなる。そこで、この場合でも、第1の内部空間と第1のスロット内の空間とにおける各々の圧力変動には位相差が生じていることから、これを活

用して流体粒子を有効に振動させる観点で、前記第1のスロットにおける前記他端側に多数の貫通孔を有する抵抗体が挿嵌されているとよい。

#### 【0014】

これと同様に流体粒子を有効に振動させる観点から、前記第1のスロットにおける前記他端が前記第1の内部空間に突出しており、この突出部に多数の貫通孔が形成されていてもよい。

#### 【0015】

また、上記した低周波数域の燃焼振動を全体として、より十分に低減させる目的で、前記第1の箱体が複数並設されていることが好ましい。

#### 【0016】

更に、周波数域の異なる種々の燃焼振動に漏れなく対応できるように、前記第1のスロットにおける前記各他端側の開口面積又は長さ、若しくは前記各第1の内部空間における容積のうち、少なくとも1つが前記第1の箱体毎に相互に異なることが好ましい。

#### 【0017】

ここで、高周波数域の燃焼振動の場合、波長が短いことから第1の内部空間そのもので圧力変動の位相差が生じて、第1の抵抗体、又は第1のスロットにおける他端側に挿嵌された抵抗体付近で流体粒子が十分振動しなくなり、このままでは高周波数域の燃焼振動を十分に低減させることができなくなる。そこで、高周波数域の燃焼振動への対応についても考慮して、第1の内部空間で流体粒子を有効に振動させる観点から、前記各第1の内部空間の少なくとも1つに、多数の貫通孔を有する抵抗体が配設されているとよい。

#### 【0018】

これと同様に第1の内部空間で流体粒子を有効に振動させる観点から、前記各第1の箱体の少なくとも1つに、前記各第1の内部空間に突出して前記第1のスロットにおける前記他端からの連続通路を形成し多数の貫通孔を有した突出板が配設されていてもよい。

#### 【0019】

また、燃焼振動を効率よく低減させるには、流体粒子を多くの個所で振動させ

ることが望ましく、これを達成するために、前記第1の箱体の外側に少なくとも1つ連設されて各々所定容積の第2の内部空間を形成する第2の箱体と、相互に隣接する前記第1、第2の内部空間にそれぞれ開口する所定長さの第2スロートと、を備え、前記各第2スロートにおいて前記第1の箱体側に位置する一端に多数の貫通孔を有する第2の抵抗体が挿嵌されている。これにより流体粒子は、第1の抵抗体付近での振動に加えて、各第2のスロートで連結された各第2の内部空間の空気と共鳴して、各第2の抵抗体付近で振動し、その振幅が減衰される。

#### 【0020】

ここで、上記と同様に、低周波数域の燃焼振動への十分な対応を考慮して、前記第2のスロートにおける前記一端の開口面積が他端に対して広いことが好ましく、その際、前記第2のスロートにおける前記他端側に多数の貫通孔を有する抵抗体が挿嵌されていたり、前記第2のスロートにおける前記他端が前記第2の内部空間に突出しており、この突出部に多数の貫通孔が形成されていたりするとよい。また、前記第2の箱体が複数並設されていることが好ましく、その際、前記第2のスロートにおける前記各他端側の開口面積又は長さ、若しくは前記各第2の内部空間における容積のうち、少なくとも1つが前記第2の箱体毎に相互に異なることよい。

#### 【0021】

ここで、上記と同様に、高周波数域の燃焼振動への十分な対応を考慮して、前記各第2の内部空間の少なくとも1つに、多数の貫通孔を有する抵抗体が配設されていたり、前記各第2の箱体の少なくとも1つに、前記各第2の内部空間に突出して前記第2のスロートにおける前記他端からの連続通路を形成し多数の貫通孔を有した突出板が配設されていたりすることが好ましい。

#### 【0022】

そして、上記目的を達成するため、本発明によるガスタービンは、空気圧縮機と、上記したいずれかのガスタービン燃焼器と、タービンと、を備えている。

#### 【0023】

#### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施形態について図面を参照しながら詳述する。先ず、本発

明の第1実施形態について説明する。図1は本発明の第1実施形態である燃焼器の概念を示す断面図である。なお、図中で図12と同じ名称で同じ機能を果たす部分には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。後述する第2～8実施形態においても同様とする。

#### 【0024】

本実施形態の燃焼器3は、図12に示すようなガスタービン1に適用されるものであって、図1に示すように、対象体20の側壁20aの外側に第1の箱体30が配設されており、この第1の箱体30内の空洞によって所定容積の第1の内部空間31が形成されている。また、第1の箱体30は、所定長さを有する管状の第1のスロート32を介して側壁20aに連結されていて、この第1のスロート32は、一端32aが側壁20aから対象体20内に開口するとともに、他端32bが第1の内部空間31に開口している。

#### 【0025】

更に、第1のスロート32の一端32aには、多数の貫通孔を有する第1の抵抗体33が挿嵌されている。この第1の抵抗体33は、例えば、パンチングメタル、セラミック焼結金属、焼結金網である。なお、ここでいう対象体20は、内部に燃焼領域を有する内筒6やその下流域の尾筒7といった筒体、或いはそれらの側壁に連結されたバイパスダクト11であり、内部に燃焼振動が伝播し得るものである。

#### 【0026】

このような構成のもと、内筒6内の燃焼領域で生じた燃焼振動に関しては、その振動要素である流体粒子が、対象体20内を伝播して第1の抵抗体33に有効に捕捉される。そして、第1のスロート32で連結された第1の内部空間31の空気と共鳴して、第1の抵抗体33付近で振動する。この振動により、流体粒子の振幅が減衰され、その燃焼振動が低減されていく。その結果、安定的な低NO<sub>x</sub>化が実現される。

#### 【0027】

なお、図1では、第1の箱体30に対して第1のスロート32が1つ配設されているが、2つ以上配設されても勿論構わない。

## 【0028】

次に、本発明の第2実施形態について、図2を参照しながら説明する。本第2実施形態の特徴は、第1実施形態において、特に低周波数域の燃焼振動へ配慮した点にある。これは、燃焼振動が低周波領域である場合、第1実施形態における第1のスロート32内の断面積を小さくする必要があるが、そうすると、必然的に第1の抵抗体33の存在領域が小さくなるため、捕捉できる流体粒子の割合が減り、全体として燃焼振動低減への寄与度が不十分となるからである。

## 【0029】

そこで、本実施形態では、第1のスロート32として、内周が他端32bから一端32aに向けて中央付近で急拡大するような段付管状のものが適用されており、一端32aの開口面積が他端32bに対して広がっている。この一端32aに、第1の抵抗体33が挿嵌されている。

## 【0030】

このようにして、第1のスロート32内すなわち他端32bの断面積を小さくしつつ、第1の抵抗体33の存在領域を拡大させることができるため、低周波数域の流体粒子に対しての捕捉割合が増し、これにより全体として燃焼振動低減への寄与度が十分となる。従って、低周波数域の燃焼振動を全体として十分に低減させることが可能となる。

## 【0031】

なお、第1のスロート32として、内周が徐々に拡大するようなラッパ状のものが適用されても、同様の効果が得られる。

## 【0032】

次に、本発明の第3実施形態について、図3を参照しながら説明する。本第3実施形態の特徴は、第2実施形態において生じる弊害に配慮した点にある。これは、第2実施形態のように第1のスロート32における一端32aの開口面積が他端32bに対して広がる、すなわち第1のスロート32内の容積が大きくなると、第1の抵抗体33で隔てられた第1のスロート32内の空間と対象体20の空間とにおける各々の圧力変動に、位相差が生じなくなる（図中の「+」「+」）場合があり、この場合、第1の抵抗体33付近で流体粒子が振動しないため

、このままでは低周波数域の燃焼振動を十分に低減させることができなくなると  
いう弊害を引き起こすからである。

#### 【0033】

そこで、本実施形態では、第1のスロート32における他端32bに、多数の貫通孔を有する抵抗体34が挿嵌されている。この抵抗体34は、第1の抵抗体33と同様に、例えば、パンチングメタル、セラミック焼結金属、焼結金網である。

#### 【0034】

このようにすると、第1の内部空間31と第1のスロート32内の空間とにおける各々の圧力変動には位相差が生じている（図中の「-」「+」）ことから、これを活用して流体粒子が抵抗体34付近で有効に振動するため、第1の抵抗体33付近での流体粒子の振動が不十分であっても、低周波数域の燃焼振動を十分に低減できる。

#### 【0035】

なお、抵抗体34の設置位置は、第1のスロート32における一端32aに対して断面積の小さい他端32b側のいずれの位置であっても、同様の効果が得られる。

#### 【0036】

次に、本発明の第4実施形態について、図4を参照しながら説明する。本第4実施形態の特徴は、第3実施形態と同様に、第2実施形態において生じる弊害に配慮した点にある。

#### 【0037】

つまり、本実施形態では、第1のスロート32における他端32bが第1の内部空間31に突出しており、この突出部に多数の貫通孔35が形成されている。このようにすると、第3実施形態における抵抗体34と同様の作用で、各貫通孔35で流体粒子が有効に振動するため、第3実施形態と同様に、低周波数域の燃焼振動を十分に低減できる。

#### 【0038】

次に、本発明の第5実施形態について、図5を参照しながら説明する。本第5

実施形態の特徴は、低周波数域の燃焼振動を全体として、より十分に低減させるように図った点にあり、第1～4実施形態の主要構成である第1の箱体30等が複数並設されている。

#### 【0039】

これにより、第1の抵抗体33の存在領域を全体として拡大させることができ、そのため、低周波数域の流体粒子に対しての捕捉割合がより増し、低周波数域の燃焼振動を全体としてより十分に低減させることが可能となる。

#### 【0040】

ここで、図5では、第4実施形態の第1の箱体30等（図4参照）が複数並設されているが、第1のスロート32における各他端32b側の開口面積、又は長さ、若しくは各第1の箱体30で形成される各第1の内部空間31における容積のうち、少なくとも1つが相互に異なっている。これにより、各第1の箱体30等毎に対応する振動特性が異なるため、更に、周波数域の異なる種々の燃焼振動に対して漏れなく対応できるようになる。

#### 【0041】

次に、本発明の第6実施形態について、図6を参照しながら説明する。本第6実施形態の特徴は、第5実施形態において、更に高周波数域の燃焼振動へ配慮した点にある。これは、高周波数域の燃焼振動の場合、波長が短いことから第1の内部空間31そのもので圧力変動の位相差が生じて、第1の抵抗体33、又は抵抗体34付近で流体粒子が十分振動しなくなり、このままでは高周波数域の燃焼振動を十分に低減させることができなくなるからである。

#### 【0042】

そこで、本実施形態では、各第1の内部空間31の少なくとも1つに、多数の貫通孔を有する抵抗体36が配設されている。この抵抗体36は、第1の抵抗体33、及び抵抗体34と同様に、例えば、パンチングメタル、セラミック焼結金属、焼結金網である。

#### 【0043】

このようにすると、第1の内部空間31そのもので生じた圧力変動の位相差によって、抵抗体36付近で流体粒子が振動するため、その高周波域の燃焼振動を

低減できる。

【0044】

次に、本発明の第7実施形態について、図7を参照しながら説明する。本第7実施形態の特徴は、第6実施形態と同様に、第5実施形態における高周波数域の燃焼振動へ配慮した点にある。

【0045】

つまり、本実施形態では、各第1の箱体30の少なくとも1つに、各第1の内部空間31に突出して第1のスロート32における他端32bからの連続通路を形成する、多数の貫通孔を有した突出板37が配設されている。このようにすると、第6実施形態における抵抗体36と同様の作用で、突出板37の各貫通孔で流体粒子が有効に振動するため、第6実施形態と同様に、高周波数域の燃焼振動を十分に低減できる。

【0046】

次に、本発明の第8実施形態について、図8を参照しながら説明する。本第8実施形態の特徴は、燃焼振動を効率よく低減させるように図った点にあり、第1～7実施形態の主要構成である第1の箱体30等があたかも複数連設されたような態様となっている。

【0047】

つまり、本実施形態では、第1の箱体30の外側にこれと同様の第2の箱体40が連設されており、この第2の箱体40内の空洞によって所定容積の第2の内部空間41が形成されている。また、第2の箱体40は、第1のスロート32と同様に所定長さを有する管状の第2のスロート42を介して第1の箱体30に連結されていて、この第2のスロート42は、第1の箱体30側に位置する一端42aが第1の内部空間31に開口するとともに、第2の箱体40側に位置する他端42bが第2の内部空間41に開口している。

【0048】

更に、第2のスロート42の一端42aには、多数の貫通孔を有する第2の抵抗体43が挿嵌されている。この第2の抵抗体43は、第1の抵抗体33と同様に、例えば、パンチングメタル、セラミック焼結金属、焼結金網である。



## 【0049】

これにより、流体粒子は、第1の抵抗体33付近での振動に加えて、各第2のスロート42で連結された各第2の内部空間41の空気と共鳴して、各第2の抵抗体43付近で振動し、その振幅が減衰される。従って、流体粒子を多くの個所で振動させることが可能となり、燃焼振動を効率よく低減できることになる。

## 【0050】

なお、図8では、各第1の箱体30に対して第2の箱体40が1つ連設されているが、2つ以上連設されても勿論構わない。その場合、隣接する第2の箱体40同士をそれぞれ上記の第2のスロート42で連結することで足りる。

## 【0051】

また、第2～5実施形態の趣旨と同様に、低周波数域の燃焼振動へのより十分な対応を考慮して、以下のように変形することも可能である。第2実施形態における第1のスロート32に準じ、第2のスロート42における一端42aの開口面積が他端42bに対して広がっている。第3実施形態における第1のスロート32の抵抗体34に準じ、第2のスロート42における他端42b側に多数の貫通孔を有する抵抗体が挿嵌されている。第4実施形態における第1のスロート32に準じ、第2のスロート42における他端42bが第2の内部空間41に突出しており、この突出部に多数の貫通孔が形成されている。第5実施形態における第1の箱体30等に準じ、第2の箱体40等が複数並設されており、第2のスロート42における各他端42b側の開口面積又は長さ、若しくは各第2の内部空間41における容積のうち、少なくとも1つが第2の箱体40毎に相互に異なっている。

## 【0052】

更に、第6、7実施形態の趣旨と同様に、高周波数域の燃焼振動へのより十分な対応を考慮して、以下のように変形することも可能である。第6実施形態における抵抗体36に準じ、各第2の内部空間41の少なくとも1つに、多数の貫通孔を有する抵抗体が配設されている。第7実施形態における突出板37に準じ、各第2の箱体40の少なくとも1つに、各第2の内部空間41に突出して第2のスロート42における他端42bからの連続通路を形成し多数の貫通孔を有した

突出板が配設されている。

#### 【0053】

以上、本発明の基本的な概念を第1～8実施形態に基づいて説明したが、これらを具体的に適用したガスタービンの一例について、図面を参照しながら以下に述べておく。図9は本発明の燃焼器を具体的に適用したガスタービンの要部縦断面図、図10は図9のA-A断面に相当する横断面図である。また、図11は本発明の燃焼器を具体的に適用したガスタービンの他の一例を示すものであって、図9のA-A断面に相当する横断面図である。なお、図中で図1～8と同じ名称で同じ機能を果たす部分には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

#### 【0054】

図9に示すように、バイパスダクト11のエルボ部の外側に、これに沿って側面視扇状の第1の箱体30が配設されている。この第1の箱体30は、図10に示すように、横断面が円弧部30aとその両端からバイパスダクト11の側壁11aに向く折曲部30bよりなり、これら円弧部30a、折曲部30bと側壁11aとによって第1の内部空間31が形成されている。

#### 【0055】

また、この第1の内部空間31には、側壁11aから突出する第1のスロート32が等角度間隔で3つ配設されている。これら第1のスロート32の各一端32aは、側壁11aからバイパスダクト11内に開口し、他方各他端32bは、第1の内部空間31に開口している。更に、各第1のスロート32の一端32aには、多数の貫通孔を有する第1の抵抗体33がそれぞれ挿嵌されている。

#### 【0056】

つまり、図9、10に示す構成は、対象体20としてバイパスダクト11を採用し、上記の第1実施形態に準じたものである。また、図11に示す構成は、対象体20としてバイパスダクト11を採用し、上記の第5実施形態に準じたものである。

#### 【0057】

ここで、対象体20としてバイパスダクト11を採用した理由は、燃焼振動を効果的に低減させるためには、第1の内部空間31としてある程度の大きさと、

第1のスロート32としてある程度の長さのものが必要とされるからであり、スペースに比較的余裕のあるバイパスダクト11付近が好適であるからである。これにより、第1の内部空間31を形成するために配設する第1の箱体30と、第1のスロート32と、を容易に設置できる上、燃焼振動の効果的な低減に必要とされるある程度の大きさの第1の内部空間31と、ある程度の長さの第1のスロート32と、を十分確保できるという利点がある。

#### 【0058】

なお、本発明は上記の各実施形態及びこれらを具体的に適用した一例に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。例えば、第1のスロート32や第2のスロート42の横断面形状は、円形のみならず多角形であっても構わない。

#### 【0059】

##### 【発明の効果】

以上説明した通り、本発明のガスタービン燃焼器によれば、内部に燃焼領域を有する筒体よりなるガスタービン燃焼器において、前記筒体の外側に配設されて所定容積の第1の内部空間を形成する第1の箱体と、一端が前記燃焼領域又はその下流域に開口するとともに、他端が前記第1の内部空間に開口する所定長さの第1のスロートと、を備え、前記第1のスロートにおける前記一端に多数の貫通孔を有する第1の抵抗体が挿嵌されているので、燃焼領域で生じた燃焼振動の振動要素である流体粒子は、第1の抵抗体に有効に捕捉されるとともに、第1のスロートで連結された第1の内部空間の空気と共鳴して、第1の抵抗体付近で振動し、その振幅が減衰される。こうして燃焼振動を低減することが可能となり、安定的な低NO<sub>x</sub>化を実現できる。

#### 【0060】

ここで、前記筒体における前記燃焼領域又はその下流域に開口するとともに、前記筒体の周囲を形成する車室内に開口し、前記車室から前記筒体内にバイパス空気を供給する燃焼ガス濃度調整用のバイパスダクトが配設されており、このバイパスダクト内に前記第1のスロートにおける前記一端が開口していると、第1の内部空間を形成するために配設する第1の箱体と、第1のスロートと、を容易

に設置できる上、燃焼振動の効果的な低減に必要とされるある程度の大きさの第1の内部空間と、ある程度の長さの第1のスロートと、を十分確保できる。

#### 【0061】

特に、前記第1のスロートにおける前記一端の開口面積が前記他端に対して広いと、第1のスロート内の断面積を小さくしつつ、第1の抵抗体の存在領域を拡大させることができるため、低周波数域の流体粒子に対しての捕捉割合が増し、これにより全体として燃焼振動低減への寄与度が十分となる。従って、低周波数域の燃焼振動を全体として十分に低減させることが可能となる。

#### 【0062】

ここで、前記第1のスロートにおける前記他端側に多数の貫通孔を有する抵抗体が挿嵌されていると、この抵抗体付近で流体粒子が振動するため、第1の抵抗体付近での流体粒子の振動が不十分であっても、低周波数域の燃焼振動を十分に低減できる。

#### 【0063】

また、前記第1のスロートにおける前記他端が前記第1の内部空間に突出しており、この突出部に多数の貫通孔が形成されていても、これら貫通孔で流体粒子が振動するため、上記と同様に、低周波数域の燃焼振動を十分に低減できる。

#### 【0064】

また、前記第1の箱体が複数並設されていると、低周波数域の燃焼振動を全体として、より十分に低減させることができる。

#### 【0065】

更に、前記第1のスロートにおける前記各他端側の開口面積又は長さ、若しくは前記各第1の内部空間における容積のうち、少なくとも1つが前記第1の箱体毎に相互に異なると、周波数域の異なる種々の燃焼振動に対して漏れなく対応できるようになる。

#### 【0066】

ここで、前記各第1の内部空間の少なくとも1つに、多数の貫通孔を有する抵抗体が配設されていると、波長の短い高周波数域の燃焼振動の場合、第1の内部空間そのもので生じた圧力変動の位相差によって、その抵抗体付近、すなわち第

1の内部空間で流体粒子が振動するため、その高周波域の燃焼振動を十分に低減できる。

#### 【0067】

また、前記各第1の箱体の少なくとも1つに、前記各第1の内部空間に突出して前記第1のスロートにおける前記他端からの連続通路を形成し多数の貫通孔を有した突出板が配設されていると、これら貫通孔で流体粒子が振動するため、上記と同様に、高周波数域の燃焼振動を十分に低減できる。

#### 【0068】

また、前記第1の箱体の外側に少なくとも1つ連設されて各々所定容積の第2の内部空間を形成する第2の箱体と、相互に隣接する前記第1、第2の内部空間にそれぞれ開口する所定長さの第2スロートと、を備え、前記各第2スロートにおいて前記第1の箱体側に位置する一端に多数の貫通孔を有する第2の抵抗体が挿嵌されていると、流体粒子は、第1の抵抗体付近での振動に加えて、各第2のスロートで連結された各第2の内部空間の空気と共鳴して、各第2の抵抗体付近で振動し、その振幅が減衰される。従って、流体粒子を多くの個所で振動させることが可能となり、燃焼振動を効率よく低減できる。

#### 【0069】

ここで、前記第2のスロートにおける前記一端の開口面積が他端に対して広くなっていて、その際、前記第2のスロートにおける前記他端側に多数の貫通孔を有する抵抗体が挿嵌されていたり、前記第2のスロートにおける前記他端が前記第2の内部空間に突出しており、この突出部に多数の貫通孔が形成されていたりすると、また、前記第2の箱体が複数並設されていて、その際、前記第2のスロートにおける前記各他端側の開口面積又は長さ、若しくは前記各第2の内部空間における容積のうち、少なくとも1つが前記第2の箱体毎に相互に異なると、上記と同様に、低周波数域の燃焼振動への十分な対応がより可能となる。

#### 【0070】

ここで、前記各第2の内部空間の少なくとも1つに、多数の貫通孔を有する抵抗体が配設されていたり、前記各第2の箱体の少なくとも1つに、前記各第2の内部空間に突出して前記第2のスロートにおける前記他端からの連続通路を形成

し多数の貫通孔を有した突出板が配設されていたりすると、上記と同様に、高周波数域の燃焼振動への十分な対応が可能となる。

#### 【0071】

そして、本発明によるガスタービンは、空気圧縮機と、上記したいずれかのガスタービン燃焼器と、タービンと、を備えているので、ガスタービン燃焼器において燃焼振動を低減して安定的な低 $\text{NO}_x$ 化を実現でき、これにより、排気ガス中の $\text{NO}_x$ の低減化を達成できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態である燃焼器の概念を示す断面図である。

【図2】 本発明の第2実施形態である燃焼器の概念を示す断面図である。

【図3】 本発明の第3実施形態である燃焼器の概念を示す断面図である。

【図4】 本発明の第4実施形態である燃焼器の概念を示す断面図である。

【図5】 本発明の第5実施形態である燃焼器の概念を示す断面図である。

【図6】 本発明の第6実施形態である燃焼器の概念を示す断面図である。

【図7】 本発明の第7実施形態である燃焼器の概念を示す断面図である。

【図8】 本発明の第8実施形態である燃焼器の概念を示す断面図である。

【図9】 本発明の燃焼器を具体的に適用したガスタービンの一例を示す要部縦断面図である。

【図10】 図10は図9のA-A断面に相当する横断面図である。

【図11】 本発明の燃焼器を具体的に適用したガスタービンの他の一例を示す図9のA-A断面に相当する横断面図である。

【図12】 一般的なガスタービンにおける燃焼器付近の要部縦断面図である。

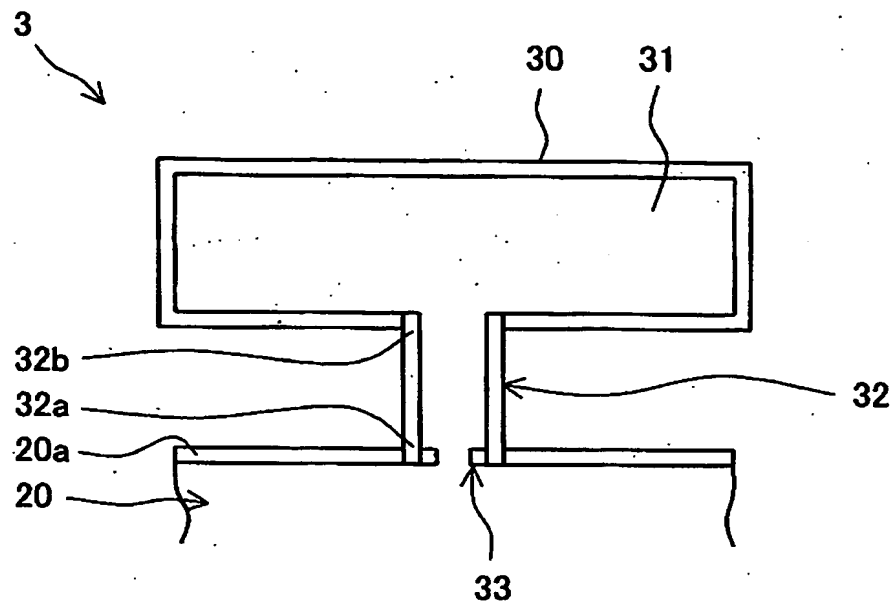
#### 【符号の説明】

- 1 ガスタービン
- 2 圧縮機
- 3 ガスタービン燃焼器
- 4 タービン
- 5 車室

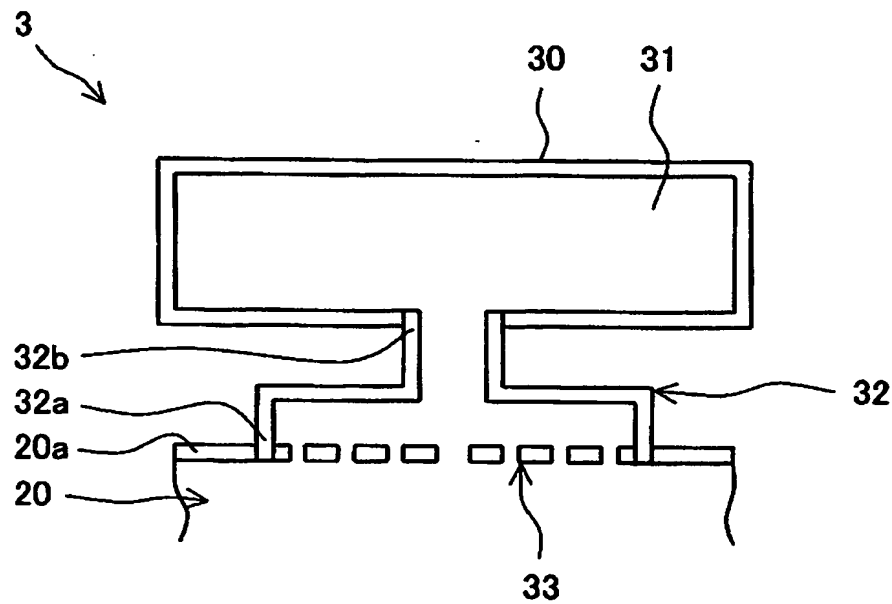
- 6 内筒
- 7 尾筒
- 8 外筒
- 9 パイロットノズル
- 10 メインノズル
- 11 バイパスダクト
- 12 バイパス弁
- 13 バイパス弁可変機構
- 20 対象体 (内筒 6、尾筒 7、又はバイパスダクト 11)
- 20 a 対象体の側壁
- 30 第 1 の箱体
- 31 第 1 の内部空間
- 32 第 1 のスロート
- 32 a 第 1 のスロートの一端
- 32 b 第 1 のスロートの他端
- 33 第 1 の抵抗体
- 34 抵抗体
- 35 貫通孔
- 36 抵抗体
- 37 突出板
- 40 第 2 の箱体
- 41 第 2 の内部空間
- 42 第 2 のスロート
- 42 a 第 2 のスロートの一端
- 42 b 第 2 のスロートの他端
- 43 第 2 の抵抗体

【書類名】 図面

【図 1】

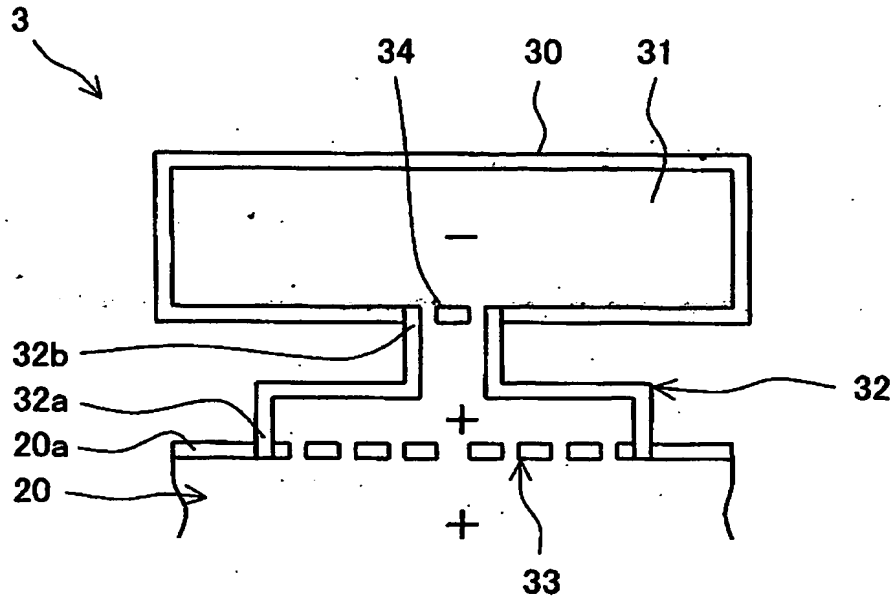


【図 2】

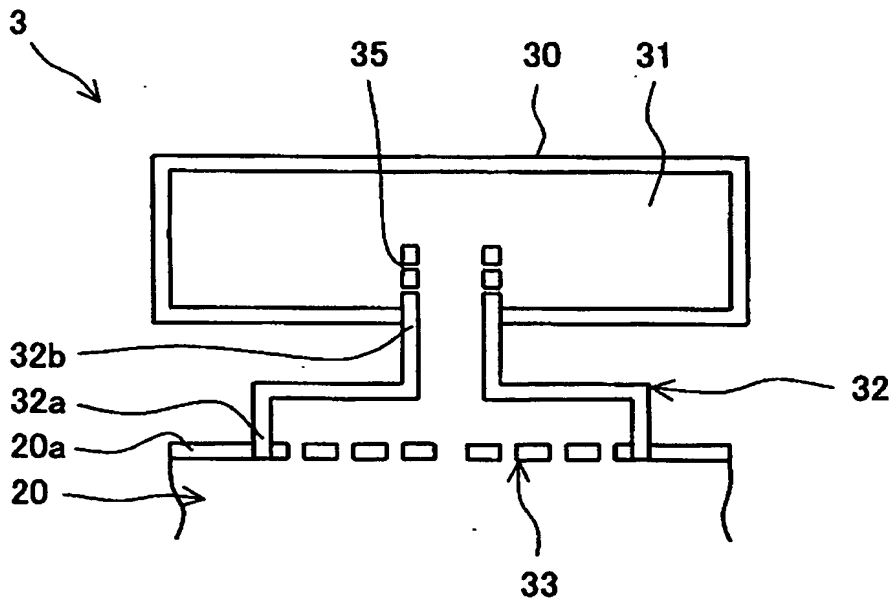




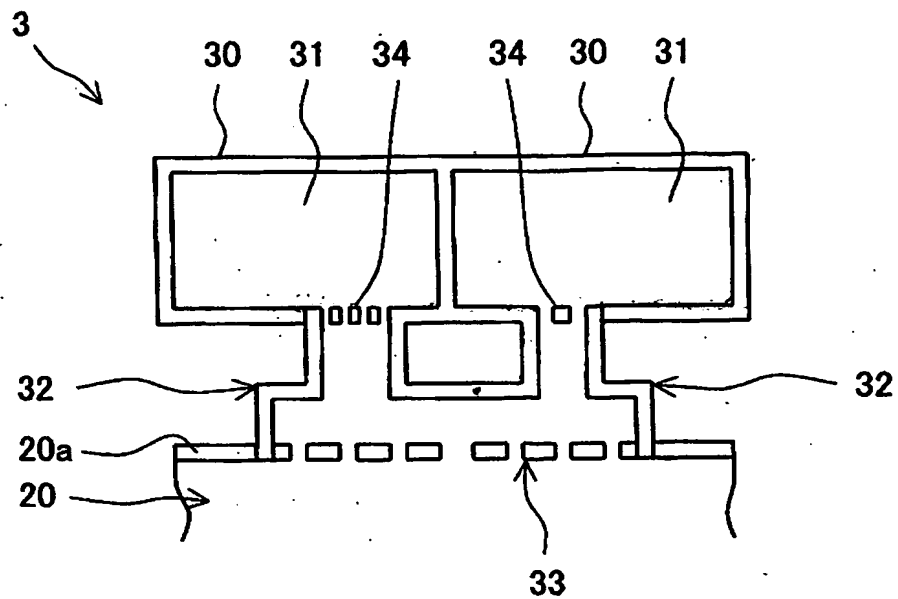
【図3】



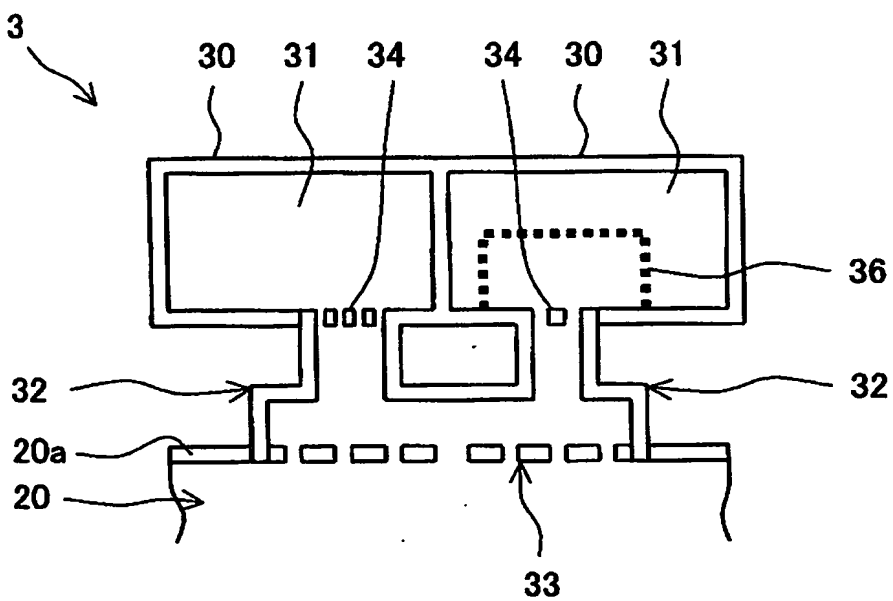
【図4】



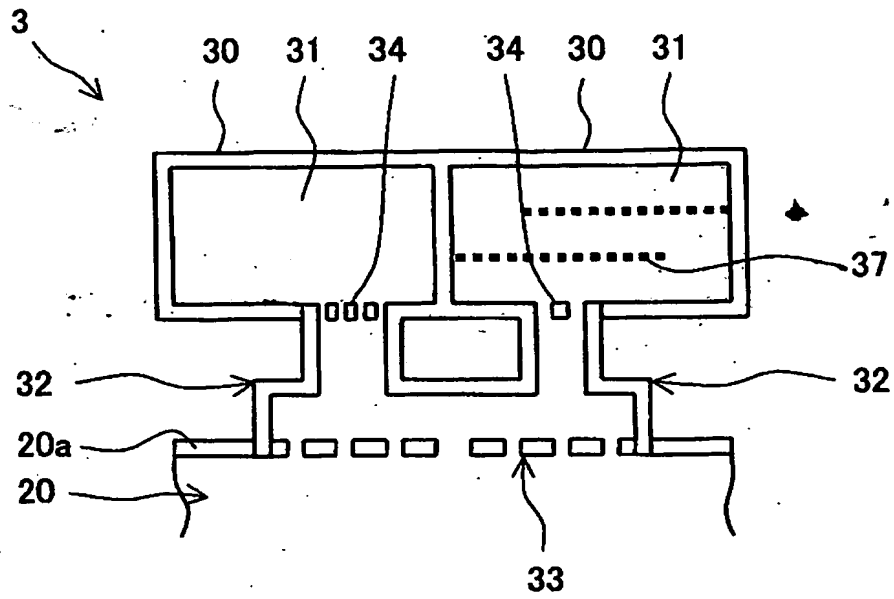
【図5】



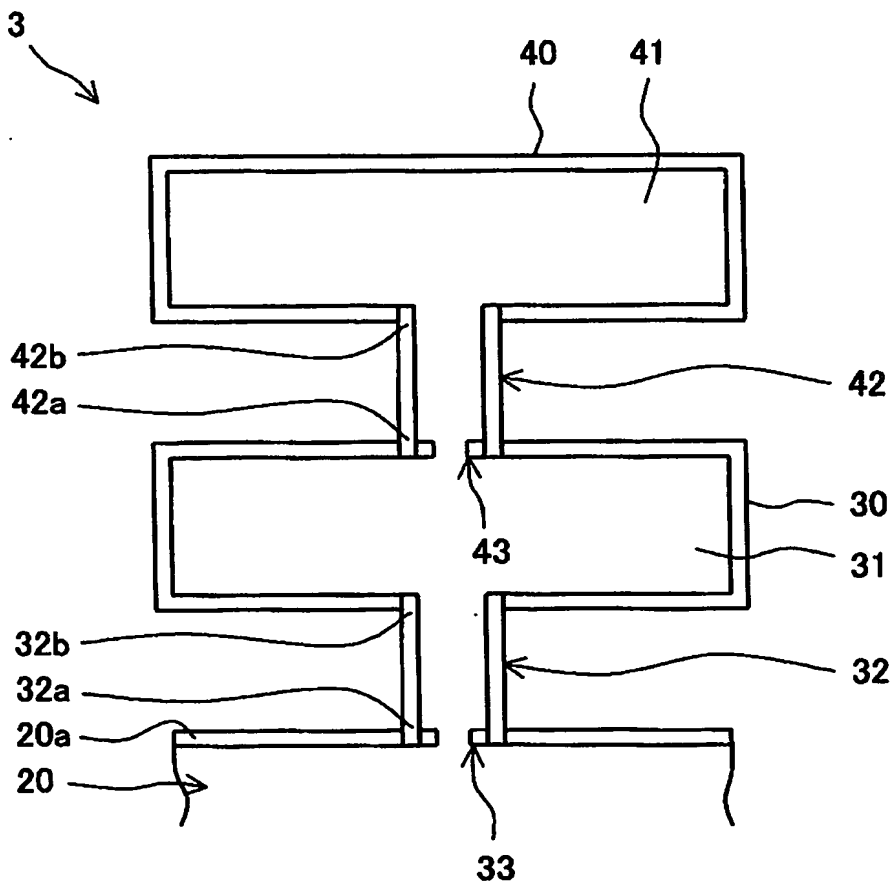
【図6】



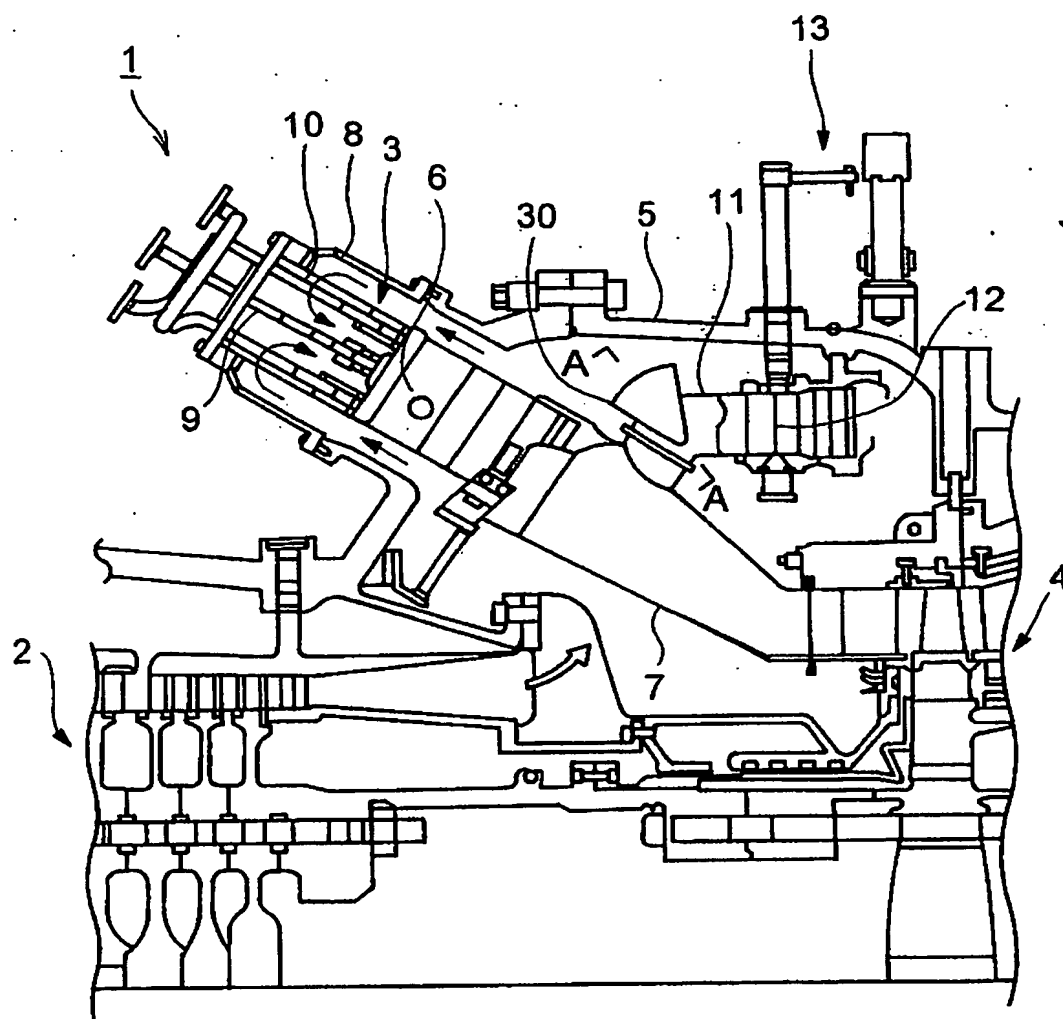
【図 7】



【図 8】

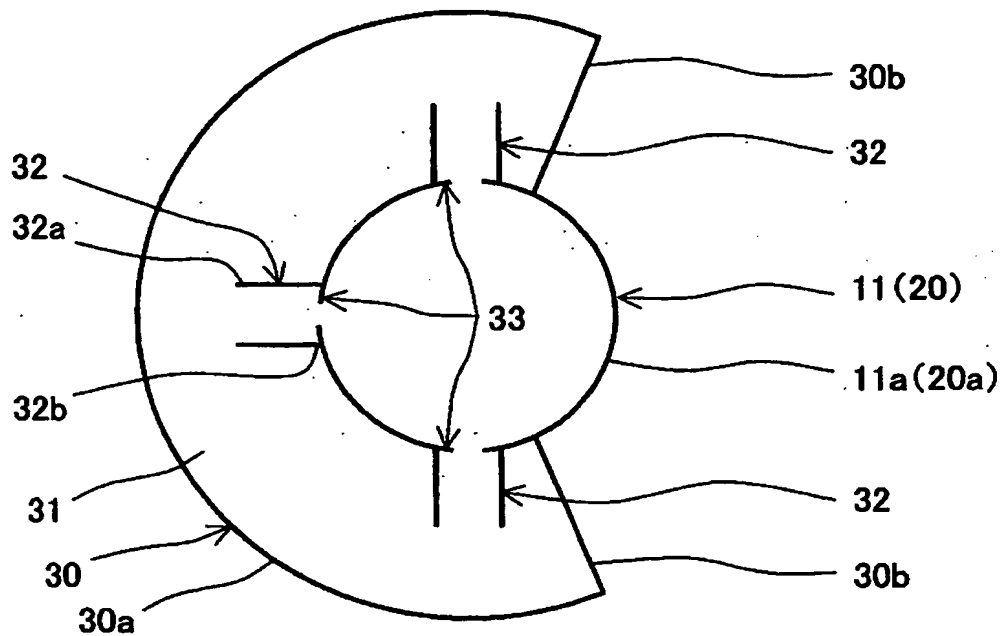


【図9】



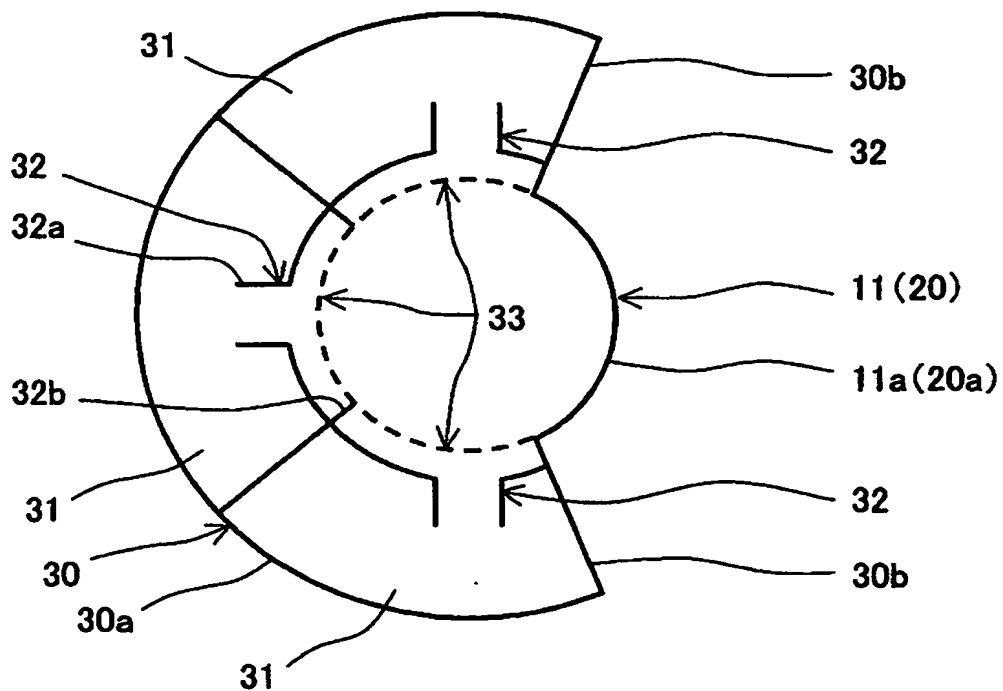
【図10】

(A-A)

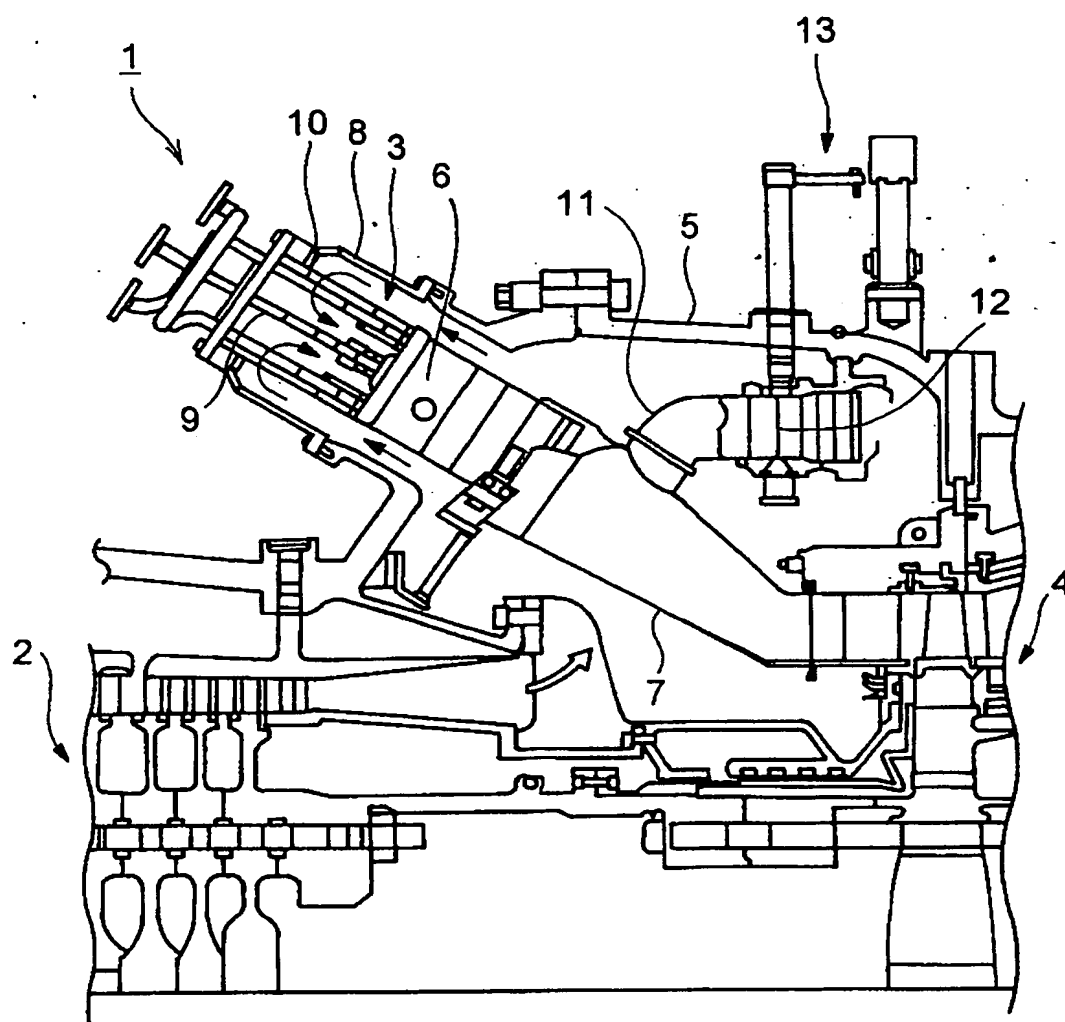


【図11】

(A-A)



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低 $\text{NO}_x$ 化を安定的に実現すべく、燃焼振動の低減が可能なガスタービン燃焼器を提供する。

【解決手段】 燃焼器3は、内筒6や尾筒7やバイパスダクト11といった対象体20の外側に配設されて所定容積の第1の内部空間31を形成する第1の箱体30と、一端32aが対象体20の側壁20aに開口するとともに、他端32bが第1の内部空間31に開口する所定長さの第1のスロート32と、を備え、一端32aに多数の貫通孔を有する第1の抵抗体33が挿嵌されている。燃焼領域で生じた燃焼振動の振動要素である流体粒子は、第1の抵抗体33に有効に捕捉されるとともに、第1のスロート32で連結された第1の内部空間31の空気と共鳴して、第1の抵抗体33付近で振動し、その振幅が減衰される。

【選択図】 図1

特願 2002-349745

出願人履歴情報

識別番号

[000006208]

1. 変更年月日

1990年 8月10日

[変更理由]

新規登録

住所

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

氏名

三菱重工業株式会社

2. 変更年月日

2003年 5月 6日

[変更理由]

住所変更

住所

東京都港区港南二丁目16番5号

氏名

三菱重工業株式会社